

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

Volker Thole

Confirmation No. 5178

Serial No. 10/526,541

Group Art Unit 1791

Filed March 3, 2005

Examiner Theodore, Magali

For METHOD FOR PRODUCTION OF FIRE-RESISTANT WOOD FIBER
MOLDINGS

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

DECLARATION OF VOLKER THOLE

Sir:

1. I am the inventor of the claimed invention in USSN 10/526,541. I have reviewed the application. I am also familiar with the commentary provided in the concurrently filed amendment.
2. I am an expert in the field of wood fiber processing. To establish my expertise, I have attached a copy of my *Curriculum vitae* to this declaration which provides description of my work experience, and have included lectures and scientific publications I have presented.
3. In my expert opinion, the terms "wet process", "dry process" and "water glass" are well recognized in the field, and the results presented in and claimed in USSN 10/526,541 represent a significant advance in the field which was previously unrecognized by others of ordinary skill in the art (e.g., those with an advanced degree and 5-10 years experience in wood processing).

**Method for Manufacturing Sparingly Flammable Dense Fiberboards using
Inorganic Binders**

Statement

Water glass as an adhesive for processing in the blow line

Water glass [sodium or potassium silicate] is fundamentally suitable as an

adhesive for joining fiberboard, wood-based materials, cork, cardboard, paper, plastics and metals. According to Zeppenfeld and Grunwald (2005), the adhesive joint strength on porous materials (wood is a porous capillary material) depends to a great extent on the quantity of adhesive on the surface of the parts being joined (quantity of adhesive adsorbed). If the quantities of adhesive in the parts being joined are too great (absorbed quantity of adhesive) and thus if there is no more adhesive on the surface of the part being joined, then a sufficiently strong adhesive bond cannot be achieved. Zeppenfeld and Grunwald therefore point out that porous materials can be bonded using water glass only if a sufficiently high viscosity is ensured.

The viscosity of water glass depends on the solids content, which is definitive for the alkalinity of the water glass. Alkali-rich water glass penetrates rapidly into the parts of wood (wood fiber) being joined and is absorbed by them. Water glass with a low alkali content is absorbed by the surfaces of the parts being joined. However, it yields a higher adhesive joint strength only when spontaneous precuring due to the acidic components of wood can be prevented. Acid precuring can result in inadequate wetting of surfaces because the silicic acid rapidly precipitates due to the low pH. According to Engler (1974), adhesive joints in which water glass forms precipitates are weaker than adhesive joints formed by drying.

Conclusion 1: An adhesive joint is especially strong if it succeeds in preventing absorption of low-viscosity (alkali-rich) water glass adhesive into the parts to be joined.

A reduction in the pH of the water glass adhesives results in rapid curing. For example, CO₂, zinc oxide, magnesium hydroxide and calcium carbonate (Scheiding 1998) are especially suitable for accelerating curing (Scheiding 1998). Therefore, Zeppenfeld and Grundwald (2005) also point out explicitly that the water glass is to be protected from the effects of CO₂.

Conclusion 2: When processing water glass, the pH must not be allowed to drop too low.

On the basis of conclusion 2, Scheiding (1998) comes to the following conclusion in his discussion on page 103:

"It is impossible to add binder in the blow line, as done in MDF production, because water glass must not come in contact with air before the nonwoven is formed, because this causes the onset of drying and precipitation of silicic acid (atmospheric CO₂) and bonding power is lost."

In my expert opinion, despite this stringent statement by Scheiding, the blow line method is nevertheless suitable according to the present invention.

Reasons:

In the blow line, fibers have a moisture content of more than 100%. Even if a high-viscosity water glass solution is sprayed into the blow line, there would be a diluting effect due to the high moisture content of the fiber and the drippable water that is present, and therefore the low-viscosity water glass would provide good wetting of the surfaces of the parts being joined (fibers). Absorption in accordance with conclusion 1 cannot occur because the parts being joined (fibers) are saturated at this moisture level.

Schieding's statement that water glass must not come in contact with atmospheric CO₂ is correct, but he failed to recognize that a multiphase atmosphere prevails in the tube of the blow line, where the air content is very low. In addition, drippable water, water vapor, fibers and water glass also appear in the blow line. Precuring due to atmospheric CO₂ occurs only to a very slight extent, if at all. Immediately downstream from the blow line, fiber drying takes place by means of a tubular dryer. The air content in the dryer is much higher, so the CO₂ content also rises. Furthermore, the water present in and on the fibers has a low pH due to the acidic components of wood. Precuring of the water glass would thus be unavoidable if the fibers and the water glass were to remain in the moist state for a longer period of time. Since the fibers are dried within 3 to 5 seconds (this is the special property of the entire process), no precuring can occur. Conclusion 2 thus applies to this process because the existence of a low or high pH is connected to the existence of an aqueous solution. **Contrary to conventional opinion, the fiber material is still loaded with water glass after drying, and the reactivity of the water glass is preserved. Consequently, the water glass may be activated as a binding component in hot pressing.**

References

Zeppenfeld, G.; Grunwald, D.: Adhesives in the wood and furniture industry. 2nd revised and enlarged edition, DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co. KG, Leinfelden-Echterdingen 2005, ISBN 3-87181-359-1

Englar, R.: Soluble silicates, Seifen-Öle-Fette-Wachse, No. 7 page 165, No. 8 page 2007, No. 11 page 269, No. 12 page 298 (1974)

Scholding, W.: Development, Production and Testing of Essential Properties of Water Glass-Bonded Wood Fiber Insulation Boards of Spruce Wood. Dissertation at the Technical University of Dresden, 1998

4. I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the above-referenced application and any patent issuing thereon.

Date 22.1.09

Signed V. Thole

Volker Thole

Curriculum vitae

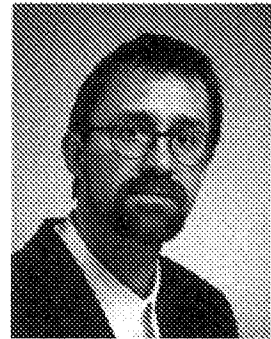
Volker Thole

Prof. Dr. Eng.

* 27 March 1957 in Osnabrück

Fasanenstraße 22

38102 Braunschweig



Occupational Training

04/1972 - 09/1975

Training as a machinist,

kabelmetal Osnabrück

09/1975

Certified craftsman test

Secondary School Completion and University Qualification

02/1976 - 01/1977

Vocational school in preparation for technical college

01/1977

Secondary school certificate

08/1977 - 05/1980

Technical academic high school

05/1980

Secondary school graduation examination

Study

10/1980 - 10/1987

Study of mechanical engineering at the

Technical University of Braunschweig

Diploma thesis:

Project Planning of a Production Plant for Continuous

Production of Gypsum-Bonded Particleboard by a Method

Developed at the Fraunhofer Institute for Wood Research

Doctorate

May 2001

Mechanical Properties of Polymer-Modified

Gypsum-Bonded Particleboards

Occupational experience

09/1975 - 01/1976

kabelmetal Osnabrück

Machinist, plant engineering

02/1977 - 08/1977

Rhineland-Westphalian Electric Power Plant

	Work in an engineering office, planning of power supply facilities
05/1980 - 10/1980	Rhineland-Westphalian Electric Power Plant Work in an engineering office, planning of power supply facilities
1982 - 1987	Occupational activities during semester breaks <i>kabelmetal</i> Osnabrück, Rhineland-Westphalian Electric Power Plant, Schlak GmbH, plant engineer, machinist
1984 - 1987	Student worker Institute for Machine Tools and Manufacturing Technology of the Technical University of Braunschweig. Fraunhofer Institute for Wood Research (WKI), Pilot Plant, Laboratory, Materials Testing
since 10/1987	Fraunhofer Institute for Wood Research (WKI) Scientific colleague (project director, group leader, head of department) in the departments: Inorganically Bonded Wood-Based Materials, Production Technology and Development of Materials, Process Engineering in Wood-Based Materials
since 09/2003	FH-Eberswalde Teaching Chair for Production and Utilization of Wood-Based Materials

Braunschweig, 05 April 2009

Lectures (selection)

The Importance of Particle Orientation in Inorganically Bonded Composite Materials. General Assembly "Association For Technical Wood Issues"

Construction Materials from Plant-Based Residues and Waste Materials as well as Inorganic Binders by Means of Small-Scale Industrial Equipment. 22nd Witzenhäuser Institute Week 1995

New Composite Materials from Renewable Raw Materials. German Convention on Renewable Energy 1995

Technical Calculatory Considerations on Processing of Renewable Raw Materials in the Region of Southeast Lower Saxony.

Symposium of the City of Wolfsburg 1995 "Processing of Renewable Raw Materials as a Diversification Strategy for Employment Security in the Region of Southeast Lower Saxony"

Composite Materials from Renewable Raw Materials. Mobil Symposium on Wood-Based Materials 1994

New Press Technology for Particleboard and Fiberboard
General Assembly 1997 "Association for Technical Wood Issues"

Development of Novel Press and Curing Technologies for Adhesive Systems Containing or Requiring Water
WKI Workshop 1997 "Adhesives for Wood-Based Materials and Molded Pulp Parts"

New Wood-Based Materials. State Construction Technology Conference; Technical Institute of Neubrandenburg 1998

Naturally Synthesized Binders for Composite Materials with a High Fiber Content. Forum on Materials "Engineering Materials" Hanover Fair 1998

MDF for Furniture from Palm Oil By-Products. International Oil Palm Conference 1998, Bali, Indonesia

Thermal Processing of Annual Plants to Fiber Materials. Forum on Materials "Engineering Materials" Hanover Fair 1999

Thermomechanical Digestion of Hemp to Fiber Materials. Wolfsburg Symposium, Value Creation Chains for Industrial Utilization of the Hemp Plant as a Raw Material in Lower Saxony 1999

Quality Specifications for Wood as a Raw Material for Various Kinds of Wood-Based Materials. Professional Forum on the Forest as a Source of Raw Materials 1999, Seilau

Reinforcing Materials for Gypsum-Bonded Particleboard. Strategy Group, National Council on Science and Technology Peru 1999

Engineered Wood Products. Strategy Group, National Council of Science and Technology
Peru 1999

Application Potentials and Perspectives for Wood-Based Materials.
Tristate Wood Convention HOLZ ART 2000, Lucerne 2000

MDF From Palm Oil By-Products.
5th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium,
Canberra Australia 2000

Particleboard – A History of Success from Braunschweig
Lecture series as part of the *Future* exhibition in the Braunschweig State Museum
Braunschweig 2000

New Findings in Hot Pressing of Wood-Based Materials
Seminar of the University of Hamburg.
Hamburg 2000

New Technical Developments in the Field of Wood-Based Materials
Technical Convention on Work and Life
Baunatal 2000

Application Potentials and Perspectives of Wood-Based Materials
17th Tristate Convention on Wood HOLZ ART 2000
Lucerne 2000

The Plasticity of the Fiber Nonwoven as a Criterion for the Bulk Density Profile of
MDF
Symposium on Wood-Based Materials
Hanover 2001

Uniform Strands for a New Generation of Structural Panels; 2004 OSB World Symposium and Exhibition II; Niagara Falls 17-19 May 2004, Ontario, Canada; Canberra, Australia

New Disintegration Method of Wood-Based Structure Materials; 4th National Seminar on Wood-Based Panel Products. Kuala Lumpur 28-30 September 2004, Malaysia

Wood-Polymer Composite Materials; 4th European Symposium on Wood-Based Materials 2, Hanover 15-17 September 2004

Potential of Refined Hemp in Injection Moulded Polypropylene Composites; 5th Global Wood and Natural Fiber Composites Symposium, Kassel 27-28 April 2004 (co-author)

Innovations in the Wood-Based Materials Industry. Technical Convention: Physical and Structural Utilization of Wood, Technical Agency on Renewable Raw Materials Inc., Berlin 23 June 2005

Development of Particleboard Inconceivable Without Wilhelm Klauditz. Lecture for the gala event: 175 Years of Teaching and Research in Eberswald, 16 June 2005

Innovations in the Wood-Based Materials Industry. Work and Life: Professional Convention for the Wood-Based Materials Industry, Kassel 2005

Fiber Materials – Starting Material for High-Tech Products. 10th Eberswald Wood Conference, Eberswalde 17 November 2005

Lightweight Particleboard through Film Bonding. ihd Wood-Based Materials Colloquium 06 December 2005, Dresden

Natural Materials for Interior Door Panels, 5th International CTI Conference, Hamburg 02 June 2006

Wood-Based Materials and Adhesives – An Introduction to the Topic. VHI Leimbörse [Glue Market], Kassel January 2006

Mechanical and Thermomechanical Processes for the Production of Wood Particles for WPC. 6th Global Wood and Natural Fiber Composite Symposium, Kassel April 2006

Production and Geometry of Wood Particles as Influencing Factors for the Product Model of Wood-Based Materials. Forestry Science Convention, Tharandt, September 2006

Innovations in the Wood-Based Materials Industry. Ligna Seminar Work and Life, 15 May 2007, Hustedt

Does the Furniture Industry Have to Catch Up? Potentials in Materials and Products. ZiMit Convention "Perspectives in the Furniture Industry of NRW," 21 March 2007, Bochum

OSB with Closed Surfaces and Edges for Furniture Making. Interzum: "Innovation Workshop on Wood-Based Materials" 08 May 2007, Cologne

Position of the German and European Wood-Based Materials Industry. 13th Quedlinburger Wood Convention 30 March 2007, Quedlinburg

Wood-Plastic Composites – An Alternative Utilization for Mixed Plastics. 11th International Recycled Plastics Convention, Bad Neuenahr, May 2008

Structure-Oriented Wood-Based Materials from Beech. Forestry Science Convention Freiburg, 2008

Stability of Wood and Wood-Based Materials in Exterior Use Under High Moisture Stress. Convention WFG Science Promotion, Wilhelmshaven August 2008

Agriculture Residuals for Particle- and Fiber boards Production: Potential and Properties. 6th European Wood-Based Materials Symposium, Hanover October 2008

Components Based on Natural Fibers for Aestival Heat Insulation – Process, Application, Climate Protection. National Conference on Forest Products, Kuala Lumpur, Malaysia, October 2008

Scientific Publications (selection)

Suitability of annual plants as aggregates for gypsum-bonded particleboard.
Holz als Roh- und Werkstoff [Wood as a Raw Material and as a Workable Material]
1992; 50: 241-252

Fibre mortar for refurbishing buildings – Production and properties of mortar with cellulose fibers (part 1).
In: Wittmann, F.,H. Material sciences and construction site refurbishing, part 2; pages 1226-1248.
Böblingen: Expert Verlag 1993, ISBN 3-8169-0953-1

Investigations in targeted variation of the properties of gypsum-bonded particleboard by synthetic resin modification.
internet Home-Page WKI (1997)

Suitability of annual plants for gypsum-bonded particleboards. Wood Industry 1993 (China); 1: 15-24

A process design of gypsum particleboard. Wood Industry 1990 (China); 2: 13-19

Quality surveillance of particleboard production-data collection and processing. Wood Industry 1994 (China); 1: 17 -22

Optimization of quality target in particleboard manufacture. Wood Industry 1994 (China); 4: 1-5

New composite materials from renewable raw materials – Properties and application.
In: Convention volume, German convention "Renewable energy," Hanover: Winkra-
Recom; 1995: 377-388
ISBN 3-9804393-1-3

Transfer study "Renewable raw materials," Reson Report Volume 2 (1996), Chapter 3
Process Engineering

Employment security through regional refurbishing projects. Gray Series - Hans-
Böckler Foundation, Düsseldorf 1996; author of the chapter on "Economic and technical
feasibility"
ISBN 3-928204-37-8

Strength and adhesion properties of polymer-modified gypsum. Zement Kalk Gips
[Cement Lime Gypsum] 1998

New principles for production of particle board. Wood and Plastic Processing, 1995,
Part 1: Natural binders - A review and future significance, 4: 374-376,
Part 2: What does starch bonding accomplish today? Preliminary results, discussion
and prospects 5: 615-617

Wood-based materials: Ecological aspects. dds - das magazin für möbel und ausbau
[dds - the magazine for furniture and upgrading] 1996; 11: 68-72

Determining the end of hydration of gypsum binders by means of temperature-time
curves at room temperature. Zement-Kalk-Gips 1994;
2: 70-74

Development of novel press and curing technologies for adhesive systems containing
or requiring water. WKI Report no. 32, Convention volume for the WKI workshop
"Adhesives for Wood-Based Materials and Molded Pulp Parts,"
Braunschweig June 1997

New Wood-Based Materials. WKI Report No. 33, "Construction with wood and wood-
based materials," Braunschweig February 1998

MDF - A furniture material of the next generation. Woodworking Technology for China
1998, pages 32-36

Comprehensive Utilization of Oil Palm. MDF Magazine 1998, pages 77-79 (co-author)

Another Field - Unique Classification of Wood-Based Materials According to Type of
Structure and Type of Composite. Holz- und Kunststoffverarbeitung [Wood and Plastics
Processing] 1998, pages 58-60

New Materials in Construction. Deutsches Architektenblatt, July 1999

G. Hora, V. Thole. MDF Production from Oil Palm Biomass
MGCC Quarterly Business Magazine of the Malaysian-German Chamber of Commerce
and Industry, 1999, Volume 5, No. 5

Wood - A Renewable Raw Material for Engineering Materials. Contribution in "New
Materials for Innovative Products," H. Harig; C. J. Langenbach (eds), Springer 1999,
ISBN 3-540-66063-1

The Pressing Program Is Critical. MDF Magazine 2000, pages 80-85

Fiberboard from palm residues. Holz- und Kunststoffverarbeitung 2001, pages 90-92

Chipping culture. Holz- und Kunststoffverarbeitung 2001, pages 46-52

New methods of fiber bonding. Holz-Zentralblatt 2001, No. 81, pages 1082-1083

Characteristics and processing of mass-coloured MDF In: Panels & Furniture Asia, pages 30-33, 11/12 2004

Stroh & Co. MDF Magazine 2005, Supplement: Holz-Zentralblatt und Holz- und Kunststoffverarbeitung, pages 38 – 43

Characteristics and processing of mass-coloured MDF In: Panels & Furniture Asia, pages 30-33, 11/12 2004

New chipping techniques for production of strands for structure-oriented wood-based materials. In: New Methods – Old Site, 175-Year Celebration of Teaching and Research in Eberswalde, 2005, pages 310-318

Innovations in the wood-based materials industry. Technical convention: Substantial and structural utilization of wood, Specialty Agency for Renewable Raw Materials Inc., Berlin 23 June 2005

Innovations in the wood-based materials industry. Work and Life: Professional convention for the wood-based materials industry, Kassel 2005

OSB with closed surfaces and edges for furniture making. Interzum: "Innovation workshop for wood-based materials" 08 May 2007, Cologne

Importance of the chipping method for the wood-based materials industry. Part 1: Introduction to chipping methods . Holztechnologie 49, 2008, pages 5 to 8

Importance of the chipping method for the wood-based materials industry. Part 2: High-strength wood-based materials from uniform wood parts. Holztechnologie 49, 2008, pages 10 to 13

Oriented Strand Boards (OSB) from Beschwood. Holztechnologie [Wood technology] (at press)

Lightweight particleboard for furniture making from agricultural residues (co-author) Holztechnologie (at press)

Klebstoffe in der Holz- und Möbelindustrie

Günter Zeppenfeld
Dirk Grunwald

2. überarbeitete und erweiterte Auflage

93/05

Fraunhofer

Wilhelm-Klauditz-Institut
für Holzforschung (WIKI)

-Bibliothek-

DRW-Verlag

9.1.2 Verarbeitung

Silikonklebstoffe sind geeignet zum Kleben von Glas, Keramik, Steingut, Metallen untereinander und mit PMMA, PVC, PS, PF-Kunststoffen. Am häufigsten werden die Klebstoffe zur Herstellung von Glas-Glas-Klebeverbindungen (Aquarien), zum Abdichten poröser Glas-Gummi-Verbindungen, zum Kleben poröser Werkstoffe und Verbindungen verwendet, bei denen die Feuchtigkeitsallergie an die Klebfuge heranreten kann.

Die Klebstoffe können bis zu mehreren Millimetern dicke Klebfugen ausbilden. Die Klebfuge ist zäh und dauerhaft und je nach Type gegen Temperatureinwirkungen zwischen -55 bis +200 °C stabil. Die Klebstoffe halten auf Polyolefinen, PTFE und Polycyclohexylen nicht. Die Klebfugen sind bei spezieller Ausrüstung schweißbeständig. Bei Anwendung größerer Klebstoffmengen ist unbedingt eine Zwangsbeflüßung der Arbeitsräume zu gewährleisten (Exzessdampf). Hautkontakt ist zu vermeiden. Die ausgehärtete Silikonfuge ist physikalisch unbedenklich.

9.2 Wasserglaslebstoffe

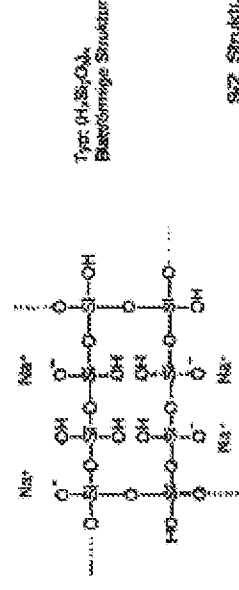
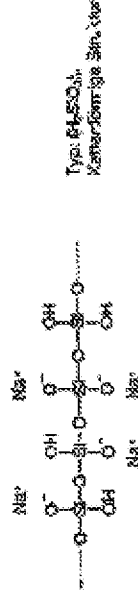
Die typischen Vertreter dieser Gruppe sind die *Alkali-Wassergläser* (Natrium- bzw. Kalium-Wasserglaslebstoffe). Sie zeichnen sich durch eine sehr gute Benetzung fast aller Oberflächen einschließlich der hochglatten Kunststoffoberflächen aus, wie durch ihre hohe Festigkeit, Hitzebeständigkeit und ihre schnelle Härtung. Problematisch ist ihre schnelle Viskositätszunahme nach dem Auftrug und das Schwinden infolge des hohen Wassergehalts der Klebstoffe sowie ihr hoher Alkaligehalt.

9.2.1 Herstellung

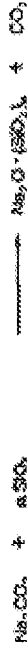
Die Wasserglaslebstoffe sind wäßrige, kolloidale Lösungen von Natrium- oder Kalium-Salzen polymerer Kieselsäuren. Sie bilden lineare und blattförmige Strukturen (Formel 9/2). Die linearen Strukturen überwiegen bei alkalireichen Wassergläsern. Alkalärmere Wassergläser besitzen ringförmige bzw. blattartige Strukturen, weil sich die freien OH-Gruppen der Polykieselsäuren unter Kondensation miteinander vernetzen.

Zur Herstellung der Wasserglaslebstoffe wird Quarzsand mit Natriumcarbonat (Soda) oder mit Natriumsulfat und Kohlenstoff (Kohle) geschmolzen (Formel 9/3). Dabei bilden sich feste Silikate, die längere Zeit gelagert und unkompliziert transportiert werden können. Zur Herstellung von Wasserglaslebstoffen muss ein molares Verhältnis von 1 Mol Na₂O (bzw. K₂O) zu 1,2 bis 4 Mol SiO₂ eingehalten werden. Zur Herstellung der Klebstoffe wird das verdünnte Silicat in warmem Wasser gelöst. Die Klebstoffe sind opaleszierende Flüssigkeiten, die gut wasserverdünbar sind. Sie müssen vor CO₂-Einwirkung geschützt aufbewahrt werden.

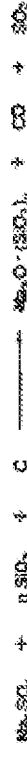
Auftretende Trübungen und die Bildung von Häuten auf dem Klebstoff sind zurückzuführen auf die Entzuckerung (oft weniger Prozent) hoch hydratisierter Kieselsäuren. Diese können mit Hilfe von alkalibeständigen Filtern abgetrennt werden.



9/2 Struktur von Wasserglaslebstoffen.



oder



9/3 Herstellung von Wasserglaslebstoffen.

9.2.2 Verarbeitung

Wasserglaslebstoffe mit einem Alkaligehalt größer 1 Mol Na₂O zu 2,9 mol SiO₂ sind niedrig viskos. Sie dringen stark in poröse und saugfähige Oberflächen ein. Im Allgemeinen werden deshalb Wasserglaslebstoffe mit einem Molverhältnis Na₂O zu SiO₂ von 1 zu 2,9 bis 3,3 hergestellt. Ihre Viskosität steigt mit fallendem Alkalianteil, da zunehmend vernetzte kolloide Polykieselsäuren mit Molmassen über 10 000 g/mol gebildet werden. Ihr Anteil verringert das Eindringen der Klebstoffe und ihre Deformierbarkeit. Wasserglaslebstoffe härten durch die Umsetzung der Alkalisilicate mit dem Kohlendioxid aus der Luft. Es entstehen dabei dreidimensional vernetzte Polykieselsäuren und Na₂CO₃ (Formel 9/2).

Wasserglaslebstoffe können mit den bekannten Auftragsverfahren aufgetragen werden. Es ist dabei zu beachten, dass nicht alle Werkstoffe gegenüber dem hohen

Alkaligehalt der Klebstoffe beschränkt sind. Beim Pinselauftrag dürfen deshalb keine Pinsel mit tierischen oder pflanzlichen, sondern nur solche mit synthetischen Borsten verwendet werden. Nach dem Auftrag ziehen die Klebstoffe sehr schnell an. Ein Wassergehalt von nur 10 % bewirkt einen Viskositätsanstieg auf das Zehnfache, so dass nur eine sehr kurze offene Zeit zur Verfügung steht. Die Klebstoffe enthalten bis zu 70 % Wasser. Das beim Härten auftretende Schwinden lässt sich durch Zumischen von Füllstoffen teilweise verringern. Als Füllstoffe eignen sich Quarzsand, Kaolin, Kreide, Schwergips, Eisenoxide oder Braunerstein (Kapitel 4.2.1). Die Klebstoffe haften gut auf Holz, Papier, Pappe, Glas, Beton, Metallen und Kunststoffen. Die Bindefestigkeit auf Holz ist stark davon abhängig, dass der Klebstoff nicht ins Holz wegsaugt und die Klebstoffe verhungert. Das Einleiten einer ausreichenden Vakuumströmung der Klebstoffe ist daher von besonderer Bedeutung. Die Bindefestigkeit auf Holz durchläuft je nach chemischer Zusammensetzung der Klebstoffe ein Maximum. Während alkalische Silikate schnell ins Holz einfallen, ergeben alkalische Silikate geringere Klebfestigkeit mit Holz, weil die sauren Holzbestandteile oft das Härten schlagartig bewirken und eine intensive Benetzung der Oberflächen dadurch verhindern.

Wasserglas-Klebstoffe wirken hauptsächlich verwendet als schnellhärtende und preiswerte Systeme für das Kleben von Papier- und Gewebefolien (an Auf- und

Tabelle 9.2 Wasserglas-Klebstoffe.

	Neutronenwasserglas-Klebstoffe
Farbe	Klare bis milchig milbe Lösungen
Dichte in g/cm^3	1,37 – 1,38
Gehalt an NaOH in %	mindestens 8
Gehalt an SiO_2 in %	mindestens 26
Klebstoffauftrag in g/m^2	50 – 300
Offene Zeit (poröse Fügezeitwerkstoffe) in s	1 – 20
Haltbarkeitsdauer in Monaten	freistufig und vor Luftzutritt geschützt fast unbegrenzt
Klebstoffe:	
Scherfestigkeit in N/mm^2	3 – 10
Temperaturbeständigkeit in $^{\circ}\text{C}$	größer 140
Elastizität	spröde, hart
Einsatzgebiete	Kleben von Papier, Pappe, Karton, Kunststoffen, Metallen, Keramik, Holz mit- und untereinander, Kleben von Schleifmittele, Haut- und Schleimhautkontakt vermeiden, Haft- und Anstrichschutzmittel, Lagerung geschützt gegen Frost und Luftzutritt
Hinweise	

Abrollrollen) sowie als Papier- und Verpackungsmittelklebstoffe. Sie eignen sich auch für das wärmebeste Kleben von PVC-Folien mit Papier- oder Gewebefolien. Die schnelle Abbindezeit bzw. Härtung der Klebstoffe erfordert dabei eine Arbeitsgeschwindigkeit von 50 bis 60 m/min.

Aufgrund ihrer hohen Alkalität eignen sich die Wasserglas-Klebstoffe auch für das Kleben von Alkaliglasfasern. Ungünstig sind die Klebstoffe aber in Kombination mit Glasfasern, da erwartet werden muss, dass das Alkali bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und Wärme die Fasern und damit den Glasfaserverbund zerstört.

Wasserglas-Klebstoffe sind aufgrund ihres hohen Alkaligehaltes nicht mit Haut und insbesondere nicht mit Schleimhäuten und dem Auge in Kontakt zu bringen. Das Tragen von Schutzhandschuhen, Schutzbrillen und die Anwendung von Hautschutzaufbau wird empfohlen. Bei Kontakt mit der Haut ist sorgfältig mit viel Wasser zu waschen, bei Schleimhaut- und Augenverletzungen ist unbedingt der Arzt zu konsultieren.

9.3 Gips

Gips wird als Binder zur Herstellung von Span- und Faserplatten sowie von Verbundwerkstoffen, wie Gipskartonplatten, als Dübelmasse, als Estrich, für Formeln und für die Herstellung von Stück eingesetzt. Entsprechend seinem chemischen Aufbau und seiner Herstellung kann Gips unterschiedlich fest werden. Die Festigkeit von ausgehärtetem Gips ist im Wesentlichen vom Porenraum und damit von den bei der Verarbeitung eingesetzten Wasser-Bindemittel-Verhältnissen abhängig (siehe unten). Gipsstein ist hygroscopisch. Die mechanischen Eigenschaften von Gipsstein sind gut bei trockenem Klima, bei hohen Luftfeuchtigkeiten nimmt die Festigkeit beträchtlich ab. Die hygrischen Volumenänderungen des Gipssteins sind sehr gering, in flüssigem Wasser ist Gipsstein allerdings löslich (bei 20°C Wassertemperatur ca. 2 %), eine Außenanwendung ungeschützter Bauteile ist daher nicht möglich.

9.3.1 Herstellung

Bergmännisch gewonnenes Calciumsulfat ist aus überschüssigem Meerwasser sedimentiert. Die sedimentierten Calciumsulfatgesteine kommen im Wesentlichen als Dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und als Anhydrit (CaSO_4) vor. Neben den natürlichen Gipsgesteinen haben auch Calciumsulfate aus der chemischen Industrie und insbesondere die bei der Rauchgasreinigung entstehenden REA-Gipse eine wirtschaftliche Bedeutung.

Die Bindefestigkeiten des Calciumsulfats beruhen auf der Reversibilität der verschiedenen Phasen des Systems $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Von den fünf Phasen haben die

Entwicklung, Herstellung und
Untersuchung wesentlicher Eigenschaften
wasserglasgebundener Holzfaserdämmplatten
aus Fichtenholz

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum silvaticarum (Dr. rer. silv.)

vorgelegt der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften
der Technischen Universität Dresden

von Dipl.-Ing. für Forstwirtschaft Wolfram Scheiding
geb. am 27.07.1965 in Saalfeld/Saale

Gutachter:

Prof. Dr. Dr. habil. Claus-Thomas Bues, TU Dresden

Prof. Dr.-Ing. Peer Hailer, TU Dresden

Dr. rer. nat. Margot Scheithauer, Inst. f. Unternehmertechnik Dresden
UB/TIB Hannover 88
119 554 747



Dresden, den 10. September 1998

Promotionsloge: 23.10.98

1.2.4 Verdünnung

Es ist immer erforderlich, die im Handel angebotenen Wasserglasarten der Verarbeitungspezifischen Anforderungen. Zur Erhöhung der Topfzeit oder zur Verbesserung der Zerbr.- bzw. Verteilung kann es notwendig sein, Wasserglaslösungen zusätzlich zu verdünnen. Dabei wird jedoch in Abhängigkeit vom Verdünnungsverhältnis und der Zeit das Silikat- bzw. Silica-Gehalte in der Wasserglaslösung verschoben. Um den Einfluß der Verdünnung auf die Festigkeit der Klebverbindungen zu untersuchen, wurde in einem orientierenden Versuch ebenfalls die Klebfestigkeit nach DIN 53 234 (einfaß Überlappte Zugversuch) von unthymig verdünnter Wasserglaslösung bestimmt. Das Verhältnis Wasserglas zu destilliertem Wasser betrug 4:1. Von dem angesetzten Lösung (3 Wasserglaslösungen) wurden über 136 Tage im Abstand von etwa 5 Tagen Proben entnommen. Klebverbindungen hergestellt und wurde auf Scherfestigkeit geprüft (ungesamt 14 x 3 = 72 Proben).

Ergebnisse

Die mittlere Klebfestigkeit wurde mit $5,6 \pm 0,8 \text{ N/mm}^2$ ermittelt. Die Werte schwanken zwischen 4,0 und 7,2 N/mm², der Variationskoeffizient betrug 14,3 %. Es konnte nur eine geringe Abhängigkeit der Klebfestigkeit von der Lagerungszeit festgestellt werden. Lagert man einen konkreten Zweig (empirischer Bestimmungswert $R^2 = 0,024$) zugrunde, so ist die Klebfestigkeit über den Prüfzeitraum von 5,7 auf 5,8 N/mm² bzw. um 1,6 % ab. Im Mittel besteht über eine Abnahme um 0,0025 N/mm² bzw. 0,004 % je Tag. Das günstigste empirische Bestimmungswert ergab eine polynomische Regression 2. Ordnung mit $R^2 = 0,16$.

Der Mischfehler ist vor allem auf die geringe Genauigkeit der Prüfmessung im erforderlichen Bereich zurückzuführen. Die Ergebnisse zeigen trotz der Schwankungen, daß die Lagerungszeit einer verdünnten Wasserglaslösung nur einen geringen Einfluß auf die Klebfestigkeit hat. Es ist allerdings zu beachten, daß mit zunehmendem Verdünnungsgrad die Festigkeit im Dämmstoff abnimmt, da der relative Feststoffgehalt und somit die Schichtdicke des Festglases auf den benetzten Partikel abnimmt und stärker verdünntes Wasserglas durch die geringere Viskosität stärker zum Wegschieben neigt.

6 Herstellung der Holzfaserdämmplatten

6.1 Verfahrensprinzip

Die Herstellung der wasserglasgebundenen Dämmstoffe erfolgt nach dem von Bachmann und Böckling (1993) beschriebenen Verfahren und gliedert sich in die technologischen Hauptschritte: Bänderherstellung, Streuung und Verlebung sowie Hartung und Trocknung. Es erfordert einen beträchtlichen Zeiteinsatz (ca. 1 Jahr), um die Bedingungen zur labormäßigen Herstellung von wasserglasgebundenen Dämmplatten zu schaffen. Dazu zählen die Herstellung der technischen Konzeption und der Fertigungszeichnungen, die Einrichtung eines Labors zur Dämmstoffherstellung sowie die Fertigung und der Aufbau einer Laboranlage. Zudem wurde die im Abschnitt 6.2.1 beschriebene Kleinanlage wesentlich verbessert und erweitert. Durch die speziellen technisch-technologischen Bedingungen, insbesondere durch das Bündelmittel Wasserglas, konnte kaum auf bestehende Erfahrungen oder Lösungen zurückgegriffen werden.

6.1.1 Bündelmittelzugabe

Bei der Herstellung wasserglasgebundener Werkstoffe handelt es sich um ein Trockenverfahren, da die Zugabe von Wasserglas Feuchtigkeitsgehalt des Trägermaterials von unter 10 % erfordert (s.a. Klein 1988; RACHTIG, BÖCKLING 1993), so daß das Trägermaterial nach der Mahlung getrocknet werden muß. Die Bündelmittelzugabe in der Blawase erfolgt der MDF-Herstellung schiedlich aus, da das Wasserglas vor der Verlebung möglichst nicht mit Luft in Kontakt werden darf, da hierdurch schon die Trocknung und Klebstoffverlebung (Luft- CO_2 -emission und Bänderkraft vermindert).

Wie Untersuchungen am Späner zeigen (Klein, MACHT, RIEHL 1964; s.a. KOLLMANN 1953b), kann eine hohe Verlebungsfähigkeit nur erreicht werden, wenn die Leerverbindung zwischen den Spänen als zusammenhängender Film ausgebildet wird. Die Verlebung wird durch die erzielte Oberflächenvergrößerung charakterisiert (s.a. Klein, RACHTIG, MACHT 1993). Bei Verwendung von Holzfasern werden aufgrund der großen Partikeloberfläche besonders Anforderungen an die Verlebung gestellt. Um das Wasserglas feinstverteilt auf den verarbeiteten Fasern aufbringen zu können, war der Einsatz von Sprühdüsen erforderlich. Grundsätzlich wurden Fein- und Zweistoffdüsen zur Auswahl. Zweistoffdüsen arbeiten mit zusätzlicher Sprühluft, der unter Druck in den Dämmstoffabschnitt eingeblasen wird und diesen zu kleinen Tröpfchen bzw. zu einem feinen Sprühnebel verteilt. Die bei der Verlebung in